

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.



### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 置込み符号化処理を行う第1の置込み符号器と第2の置込み符号器とを、所定規則に基づいて入力データの並替操作を行うインターリーバを介して並列又は直列に接続した連接置込み符号器により、情報信号を置込み符号化処理した符号信号の送信信号を受信する受信装置の連接置込み符号復号器において、  
前回の軟判定復号処理で生成された尤度情報を用いて受信信号を復号し、該復号信号と該復号信号の尤度情報を出力する軟判定復号処理を行う軟判定復号部と、  
前記軟判定復号部にて前記復号信号に対して、前記連接置込み符号器と同一の置込み符号化処理を行い、送信された符号信号の複製を生成する連接置込み符号化部と、  
前記連接置込み符号化部にて生成された符号信号の複製から送信信号の複製を生成する送信信号複製部と、を備えた復号符号部を複数列に設け、  
受信を希望しない送信局からの送信信号の複製に基づく干渉信号を、前記受信信号から除去する干渉除去部と、を備え、  
前記干渉除去部から出力する受信信号を軟判定復号部にて軟判定復号処理して情報信号を抽出することを特徴とする連接置込み符号復号器。

【請求項2】 型込み符号化処理を行う第1の型込み符号器と第2の型込み符号器とを、所定規則に基づいて入力データの並替操作を行うインターリーバを介して並列又は直列に接続した接続型込み符号器により、情報信号を型込み符号化処理したパリティ信号付き符号信号の送信信号を受信する受信装置の接続型込み符号復号器において、前回の軟判定復号処理で生成された尤度情報を用いて受信信号を復号し、該復号信号、該復号信号の尤度情報、及びパリティ信号の尤度情報を出力する軟判定復号処理を行う軟判定復号部と、前記軟判定復号部にて判定した前記情報信号に対して、前記接続型込み符号器と同一の型込み符号化処理を行い、送信された符号信号の複製を生成する接続型込み符号化部と、前記接続型込み符号化部にて生成された送信された符号信号の複製から送信信号の複製を生成する送信信号複製部と、前記パリティ信号の尤度情報を用いて、前記符号信号の複製、又は前記送信信号の複製に対して重み付けを行なう重み付け部と、を備えた復号符号部を複数列に設け、受信を希望しない送信局の送信信号の複製に基づく干渉信号を、前記受信信号から除去する干渉除去部と、を備え、前記干渉除去部から出力する受信信号を軟判定復号部にて軟判定復号処理して情報信号を抽出することを特徴とする接続型込み符号復号器。

【請求項3】 前記干渉除去部から復号符号部の処理を所定回数、繰り返し可能とすることを特徴とする請求項

1又は2に記載の連接畳込み符号復号器。

【請求項4】 前記軟判定復号部は、軟判定復号処理を所定回数繰り返し行った後に情報信号を判定することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の連接置込み符号復号器。

【請求項5】 前記受信信号は、複数の送信局の送信信号を含む拡散された信号であり、

前記受信信号に対して各送信局の拡散符号を用いて逆拡散する逆拡散部を有し、

10 前記軟判定復号部は、該逆拡散部により逆拡散した後の信号を入力信号とし、  
前記送信信号複製部は、送信信号の複製を拡散する拡散部を有することを特徴とする請求項1又は2に記載の連接置込み符号復号器。

【請求項6】 前記受信信号は、拡散符号で逆拡散された信号であり、

前記干渉除去部は、前記送信信号複製部にて作成された送信信号の複製のうち、受信を希望しない送信信号の複製に基づく干渉信号に拡散符号間の相互相関に応じた重み付けをし、前記逆拡散後の符号単位で干渉除去処理することを特徴とする請求項1又は2に記載の連接置込み符号復号器。

【請求項7】 前記軟判定復号部は、受信信号に基づい

【請求項1】前記検出手段が複数個存在する場合において第1の量込符号器に対応する軟判定復号を行い、第1の尤度情報をに出力する第1の軟判定復号器と、前記受信信号と第1の尤度情報を前記インターリーバ

前記支信信号と第1の尤度情報と前記インターリーパートに対応した並べ替えを行い、並替受信信号と並替第1の尤度情報とを出力するインターリーパ部と、

受信信号、並替第1の尤度情報、及び亞替受信信号に基づいて第2の置込符号器に対応する軟判定復号を行い、第2の復号情報と第2の尤度情報を出力する第2の軟判定復号器と、

前記第2の復号情報と第2の尤度情報を前記インターリーバに対応した並替えを行い、並替第2復号情報と尤度情報をとを出力する復元インターリーブ部と、

前記並替第2復号情報の判定を行い、前記復号した情報信号を出力する復号判定部と、を備えることを特徴とする請求項1に記載の連接置込み符号復号器。

【請求項8】 前記軟判定復号部は、受信信号に基づいて第1の置込符号器に対応する軟判定復号を行い、第1の尤度情報と第1のパリティ信号の尤度情報を出力する第1の数値定義部。

第1の軌道走行器部と、  
前記受信信号と第1の尤度情報とを前記インターリーバー部  
に対応した並べ替えを行い、並替受信信号と並替第1の尤度情報とを出力するインターリーバ部と、

受信信号、並替第1の尤度情報、及び並替受信信号に基づいて第2の置込符号器に対応する軟判定復号を行い、第2復号情報、第2の尤度情報、及び第2のパリティ信号の尤度情報とを出力する第2の軟判定復号器と、

バに対応した並べ替えを行い、並替第2復号情報と尤度情報とを出力する復元インターリーブ部と、前記並替第2復号情報の判定を行い、前記復号した情報信号を出力する復号判定部と、前記並替第2復号情報、及び第1、第2のパリティ信号の尤度情報から前記パリティ信号の尤度情報を出力する尤度情報合成部と、を備えることを特徴とする請求項2に記載の連接置込み符号復号器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、誤り訂正技術を用いるデジタル通信に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、インターネットやデジタル洪帯電話など、デジタル通信に関する産業は急速な発展を遂げている。そんな中で、重要な情報を高速、高品質に通信を行なうための基礎的な研究が盛んに行なわれている。これらのうちで、誤り訂正技術はデジタル移動通信のような不安定な通信路で高品質な通信を行なうには不可欠な技術である。

【0003】ターボ符号は、より少ないエネルギーで高品質なデータ通信を行なうことを可能にする画期的な誤り訂正符号であり、近年広く注目を集めている。デジタル移動通信の分野では次世代標準方式に盛り込まれる可能性が高い技術である。また、同じく次世代移動通信方式の標準とされているCDMA（符号分割多元接続：Code Division Multiple Access）技術では干渉量によってシステムの容量が制限されるため、その干渉を低減する干渉キャンセラーは特に注目されている技術である。

【0004】ターボ符号は、1993年に発表された新しい符号で、2つ（あるいはそれ以上）の組織置込み符号を組み合わせて構成される。（C.Berrou他、「Near Shannon Limit error-correcting coding: Turbo codes」、Proceedings of ICF93、または「Near Optimum error-correcting coding: Turbo codes」、IEEE Transactions on Communications, Vol.44, no.10, 1996）ターボ符号の復号過程においては、この2つの組織置込み符号の復号を順次繰り返して行なうことによって、誤りを減らしていくという特徴がある。ここでは、ターボ符号器と復号器の構成と復号方法について簡単に記す。詳しくは、井坂他、「Shannon 限界への道標：“parallel concatenation (Turbo) coding”, “Turbo (iterative) decoding”とその周辺」、電子情報通信学会技報IT98-51、や、J.Ila genauer “Iterative Decoding of Binary Block and Convolutional Codes”，IEEE Transactions on Information Theory, Vol.42, No.2, 1996.などを参考されたい。

【0005】ターボ符号の符号器を図10に、復号器のプロックを図11に示す。2つの再帰的組織置込み（Recursive Systematic Convolutional Code Encoder:RSCC）符号器1、2が並列に配置され、その間にインターリーバ3が入った形になっている。元の情報ビット系列Xをインターリーブ（並べ替え）して得られる系列がもう一つの符号器2に入力される。いま、再帰的組織置込み符号器の符号化率が $1/2$ とすると、元の情報ビットXに対して、それぞれの符号器1、2から得られたパリティビットY1、Y2を付加して、符号化率 $1/3$ のターボ符号が得られる。

【0006】図11に示す復号器では、復号器4により第1の組織置込み符号の復号を行なった後に、この復号結果を用いて復号器6により第2の組織置込み符号の復号を行なう。さらに、この結果を用いて復号器4により第1の組織置込み符号の復号を再度行なう。このように繰返し復号を行なうことにより徐々に復号シンボルの信頼度が上昇し、誤りが減ってくる。

【0007】ターボ符号の途中で行なわれる組織置込み符号の復号では、次段の復号に用いるために軟判定情報を付加した復号結果が必要になる。RSCC1に対応する復号器4は受信シンボルにSNR（Signal to Noise Ratio）に比例した重みづけをしたもの（ $L_{c,y}$ ）と外部情報（尤度情報）を入力とし、対数尤度比付きの復号結果 $L(u)$ と次の復号器に渡す外部情報 $L_e(u)$ を出力する。

【0008】軟判定結果の得られる復号方法としてはいくつかの方法があるが、ここではMAPについて説明する。MAP（Maximum A Posteriori Probability:最大事後確率）復号は、受信信号系列 $y$ が与えられた条件下で、各情報シンボル $u_k$ に関して $P(u_k)$ を最大とする $u_k$ を復号結果として求めるものある。そのために、LLR（Log Likelihood Ratio:対数尤度比 $L(u_k)$ ）を以下のように求める。

## 【0009】

## 【数1】

10 【0001】ターボ符号の符号器を図10に、復号器のプロックを図11に示す。2つの再帰的組織置込み（Recursive Systematic Convolutional Code Encoder:RSCC）符号器1、2が並列に配置され、その間にインターリーバ3が入った形になっている。元の情報ビット系列Xをインターリーブ（並べ替え）して得られる系列がもう一つの符号器2に入力される。いま、再帰的組織置込み符号器の符号化率が $1/2$ とすると、元の情報ビットXに対して、それぞれの符号器1、2から得られたパリティビットY1、Y2を付加して、符号化率 $1/3$ のターボ符号が得られる。

20 【0006】図11に示す復号器では、復号器4により第1の組織置込み符号の復号を行なった後に、この復号結果を用いて復号器6により第2の組織置込み符号の復号を行なう。さらに、この結果を用いて復号器4により第1の組織置込み符号の復号を再度行なう。このように繰返し復号を行なうことにより徐々に復号シンボルの信頼度が上昇し、誤りが減ってくる。

30 【0007】ターボ符号の途中で行なわれる組織置込み符号の復号では、次段の復号に用いるために軟判定情報を付加した復号結果が必要になる。RSCC1に対応する復号器4は受信シンボルにSNR（Signal to Noise Ratio）に比例した重みづけをしたもの（ $L_{c,y}$ ）と外部情報（尤度情報）を入力とし、対数尤度比付きの復号結果 $L(u)$ と次の復号器に渡す外部情報 $L_e(u)$ を出力する。

40 【0008】軟判定結果の得られる復号方法としてはいくつかの方法があるが、ここではMAPについて説明する。MAP（Maximum A Posteriori Probability:最大事後確率）復号は、受信信号系列 $y$ が与えられた条件下で、各情報シンボル $u_k$ に関して $P(u_k)$ を最大とする $u_k$ を復号結果として求めるものある。そのために、LLR（Log Likelihood Ratio:対数尤度比 $L(u_k)$ ）を以下のように求める。

$$\begin{aligned}
 L(u_k) &= \log \frac{P(u_k = +1|y)}{P(u_k = -1|y)} \\
 &= \log \frac{\sum_{(s_{k-1}, s_k), u_k=+1} p(s_{k-1}, s_k, y)}{\sum_{(s_{k-1}, s_k), u_k=-1} p(s_{k-1}, s_k, y)} \quad (1)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p(s_{k-1}, s_k, y) &= p(s_{k-1}, y_{j < k}) \cdot p(s_k, y_k | s_{k-1}) \cdot p(y_{j > k} | s_k) \\
 &= p(s_{k-1}, y_{j < k}) \cdot P(s_k | s_{k-1}) \cdot p(s_k, y_k | s_{k-1}, s_k) \cdot p(y_{j > k} | s_k) \\
 &= \alpha_{k-1}(s_{k-1}) \cdot \gamma_k(s_{k-1}, s_k) \cdot \beta_k(s_k)
 \end{aligned}$$

【0010】とする。 $\alpha_{k-1}(s_{k-1}) = P(s_{k-1}, y_{j < k})$  \*  $k-1$  時点の状態  $s_{k-1}$  から  $k$  時点の状態  $s_k$  へ遷移する  
は  $k-1$  の時点での状態が  $s_{k-1}$  である確率を初期状態 確率で、  
から再帰的に求めたものであり、 $\beta_k(s_k) = P(y_{j > k} |$  【0011】  
 $s_k)$  は同じく  $k$  の時点での状態が  $s_k$  である確率を終了 【数2】  
状態から求めたものである。また、 $\gamma_k(s_{k-1}, s_k)$  は \*

$$\gamma_k(s_{k-1}, s_k) = P(s_k | s_{k-1}) \cdot p(y_k | s_{k-1}, s_k) \quad (2)$$

【0012】となる。これは、

※【数3】

【0013】

※

$$\gamma_k(s_{k-1}, s_k) = \exp \left[ \frac{1}{2} u_k (L^e(u_k) + L_e y_k^p) + \frac{1}{2} L_e y_k^p x_k^p \right] \quad (3)$$

【0014】で求められる。 $\alpha_k(s_k)$  および  $\beta_k(s_k)$  ★【0015】  
は、 ★【数4】

$$\alpha_k(s_k) = \sum_{s_{k-1}} \gamma_k(s_{k-1}, s_k) \cdot \alpha_{k-1}(s_{k-1}) \quad (4)$$

$$\beta_{k-1}(s_{k-1}) = \sum_{s_k} \gamma_k(s_{k-1}, s_k) \cdot \beta_k(s_k) \quad (5)$$

【0016】によりそれぞれ再帰的に求められる。これ ★【0017】  
らを用いて、 $L(u_k)$  は、 ★【数5】

$$L(u_k) = \log \left( \frac{\sum_{s_+} \alpha_{k-1}(s_{k-1}) \cdot \gamma_k(s_{k-1}, s_k) \cdot \beta_k(s_k)}{\sum_{s_-} \alpha_{k-1}(s_{k-1}) \cdot \gamma_k(s_{k-1}, s_k) \cdot \beta_k(s_k)} \right) \quad (6)$$

ここに、 $\sum_{s_+}$  は  $u_k = 1$  となる場合の総和を示し、 $\sum_{s_-}$  は  $u_k = -1$  となる場合の総和を示す。

【0018】により求まる。さらに、次の組織置込み符号復号器に送られる  $L^e(u_k)$  はこの  $L(u_k)$  から  $L_e y_k^s$  および、この復号器に入力された  $L^e(u_k)$  を引いて得られる。

【0019】尚、上記説明したターボ符号器は、2つの◆50 s:SCCC 也同様な誤り訂正符号となる。尚、図12には

◆組織置込み符号器1、2をインターリーバ3を介して並列的に用いるものであったが、図12に示すように2つの組織置込み符号器1、2を直列的に用いる縦列接続置込み符号(Serial Concatenation of Interleaved Code

組織置込み符号器1の下流側の並列／直列変換器P／Sとインターリーバ3との間にパンクチャPを設けてビット列の一部を間引くことで外符号符号器の符号化効率を上げている。縦列連接置込み符号の復号過程においても、図13に示すように、ターボ符号の復号過程と同様に、2つの組織置込み符号の復号を軟入力軟出力の復号器を用いて順次、前回の復号結果の尤度情報を用いながら繰り返し復号を行うことで誤りを減らすことができる。もちろん、外符号符号器となる組織置込み符号器1と内符号符号器となる組織置込み符号器2は、別の組織置込み符号器としてもよい。SCCCについての詳細は、Sergio Benedetto他、"Serial Concatenation of Interleaved Codes: Performance Analysis, Design, and Iterative Decoding", IEEE Transactions on Information Theory, Vol.44, No.5, May 1998.に記載されている。

【0020】次に、CDMAシステムの他局間干渉を除去する干渉キャンセラについての説明を記す。CDMAシステムの他局間干渉を除去する干渉キャンセラについては多くの研究報告がある。(例えば、Y.C.Yoon

\*他、"A Spread-Spectrum Multiaccess System with Co channel Interference Cancellation for Multipath Fading Channels", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.11, No.7, Sept. 1993)

【0021】kユーザが同一周波数で符号分割多重している場合の受信信号を数式化すると

【数6】

$$r(t) = n(t) + \sum_{k=1}^K s_k(t - \tau_k)$$

10

【0022】となる。このとき、 $s_1(t)$ を受信しようとしているユーザにとっては、 $s_k(t)$  ( $k \neq 1$ )は干渉信号となり通信品質を劣化させる。そこで、 $s_1(t)$ の受信器で $s_k(t)$  ( $k \neq 1$ )も同時に復調し、レプリカ信号 $r_{s_k}(t)$ を作成して受信信号から引くことにより、信号の干渉成分を除去する。

【0023】

【数7】

$$r(t) - \sum_{k=2}^K r_{s_k}(t - \tau_k) = s_1(t - \tau_1) + n(t) + E(t)$$

【0024】ただし、必ずしもレプリカ信号が正しいとは限らないので、そうでない場合は誤差 ( $e(t)$ の項)を発生させることになる。これは、復調データの判定誤りや $\tau_k$ の推定誤差によって発生する。干渉キャンセルを行なった信号から判定したデータを用いることによってレプリカの精度が上がるので、キャンセリングを複数回行なうことによって徐々に希望信号の誤り率が低下していくことが期待される。これをサブトラクト型のマルチステージキャンセラという。

【0025】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来は誤り訂正符号の復号処理と干渉除去の処理などは別々に行なわれていた。そのため、干渉除去処理が不完全であればそれは除去不可能な雑音とみなされ、誤り訂正能力の劣化を招いていた。また、置込み符号などの誤り訂正符号が用いられた場合には復号処理が複雑であるため、マルチステージの干渉除去との融合は困難であると考えられる。

【0026】本発明は、前記の問題点を解消するためなされたものであって、誤り訂正符号の復号処理と干渉除去の処理を簡単な構成にて同時に行なうことができる並列又は直列連接置込み符号復号器を提供すること目的とする。

【0027】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の目的を達成するため、次の構成を有する。本発明の第1の要旨は、置込み符号化処理を行う第1の置込み符号器と第2の

\*量込み符号器とを、所定規則に基づいて入力データの並替操作を行うインターリーバを介して並列又は直列に接続した連接置込み符号器により、情報信号を置込み符号化処理した符号信号の送信信号を受信する受信装置の連接置込み符号復号器において、前回の軟判定復号処理で生成された尤度情報を用いて受信信号を復号し、該復号信号と該復号信号の尤度情報を出力する軟判定復号処理を行う軟判定復号部と、軟判定復号部にて復号信号に対して連接置込み符号器と同一の置込み符号化処理を行い、送信された符号信号の複製を生成する連接置込み符号部と、連接置込み符号部にて生成された符号信号の複製から送信信号の複製を生成する送信信号複製部と、を備えた復号符号部を複数列に設け、受信を希望しない送信局からの送信信号の複製に基づく干渉信号を受信信号から除去する干渉除去部と、を備え、干渉除去部から出力する受信信号を軟判定復号部にて軟判定復号処理して情報信号を抽出することを特徴とする連接置込み符号復号器にある。

【0028】本発明の第2の要旨は、置込み符号化処理を行う第1の置込み符号器と第2の置込み符号器とを、所定規則に基づいて入力データの並替操作を行うインターリーバを介して並列又は直列に接続した連接置込み符号器により、情報信号を置込み符号化処理したパリティ信号付き符号信号の送信信号を受信する受信装置の連接置込み符号復号器において、前回の軟判定復号処理で生成された尤度情報を用いて受信信号を復号し、該復号信号、該復号信号の尤度情報、及びパリティ信号の尤度情報をと

出力する軟判定復号処理を行う軟判定復号部と、軟判定復号部にて判定した情報信号に対して連接置込み符号器と同一の置込み符号化処理を行い、送信された符号信号の複製を生成する連接置込み符号化部と、記連接置込み符号化部にて生成された送信された符号信号の複製から送信信号の複製を生成する送信信号複製部と、パリティ信号の尤度情報を用いて、符号信号の複製、又は送信信号の複製に対して重み付けを行なう重み付け部と、を備えた復号符号部を複数列に設け、受信を希望しない送信局の送信信号の複製に基づく干渉信号を受信信号から除去する干渉除去部と、を備え、干渉除去部から出力する受信信号を軟判定復号部にて軟判定復号処理して情報信号を抽出することを特徴とする連接置込み符号復号器にある。

【0029】本発明の第3の要旨は、干渉除去部から復号符号部の処理を所定回数、繰り返し可能とすることを特徴とする要旨1又は2に記載の連接置込み符号復号器にある。

【0030】本発明の第4の要旨は、軟判定復号部は、軟判定復号処理を所定回数繰り返し行った後に情報信号を判定することを特徴とする要旨1から3のいずれかに記載の連接置込み符号復号器にある。

【0031】本発明の第5の要旨は、受信信号は、複数の送信局の送信信号を含む拡散された信号であり、受信信号に対して各送信局の拡散符号を用いて逆拡散する逆拡散部を有し、軟判定復号部は該逆拡散部により逆拡散した後の信号を入力信号とし、送信信号複製部は送信信号の複製を拡散する拡散部を有することを特徴とする要旨1又は2に記載の連接置込み符号復号器にある。

【0032】本発明の第6の要旨は、受信信号は拡散符号で逆拡散された信号であり、干渉除去部は送信信号複製部にて作成された送信信号の複製のうち、受信を希望しない送信信号の複製に基づく干渉信号に拡散符号間の相互関係に応じた重み付けをし、逆拡散後の符号単位で干渉除去処理することを特徴とする要旨1又は2に記載の連接置込み符号復号器にある。

【0033】本発明の第7の要旨は、軟判定復号部は、受信信号に基づいて第1の置込み符号器に対応する軟判定復号を行い、第1の尤度情報を出力する第1の軟判定復号器と、受信信号と第1の尤度情報をインターリーバーに対応した並べ替えを行い、並替受信信号と並替第1の尤度情報を出力するインターリーバ部と、受信信号、並替第1の尤度情報、及び並替受信信号に基づいて第2の置込み符号器に対応する軟判定復号を行い、第2の復号情報と第2の尤度情報を出力する第2の軟判定復号器と、第2の復号情報と第2の尤度情報をインターリーバーに対応した並べ替えを行い、並替第2復号情報と尤度情報を出力する復元インターリーブ部と、並替第2復号情報の判定を行い、復号した情報信号を出力する復号判定部と、を備えることを特徴とする要旨1に記載のターボ符号復号器にある。

【0034】本発明の第8の要旨は、軟判定復号部は、受信信号に基づいて第1の置込み符号器に対応する軟判定復号を行い、第1の尤度情報と第1のパリティ信号の尤度情報を出力する第1の軟判定復号器と、受信信号と第1の尤度情報をインターリーバーに対応した並べ替えを行い、並替受信信号と並替第1の尤度情報を出力するインターリーバ部と、受信信号、並替第1の尤度情報、及び並替受信信号に基づいて第2の置込み符号器に対応する軟判定復号を行い、第2復号情報、第2の尤度情報、

10 及び第2のパリティ信号の尤度情報を出力する第2の軟判定復号器と、第2復号情報と第2の尤度情報を前記インターリーバーに対応した並べ替えを行い、並替第2復号情報と尤度情報を出力する復元インターリーブ部と、並替第2復号情報の判定を行い、復号した情報信号を出力する復号判定部と、並替第2復号情報、及び第1、第2のパリティ信号の尤度情報からパリティ信号の尤度情報を出力する尤度情報合成部と、を備えることを特徴とする要旨2に記載のターボ符号復号器にある。

【0035】本発明の第1の要旨によれば、複数の送信局から送信された情報信号を置込み符号化処理した符号信号の送信信号を受信機が各々受信し、各送信局からの受信信号毎に複数列設けられた復号符号部にて、各送信局からの受信信号毎に情報信号と送信信号の複製を生成し、受信を希望しない送信局からの受信信号を除去して、再度受信を希望する情報信号を得ることとなる。送信信号の複製を生成するには、まず始めに軟判定復号部にて前回の軟判定復号処理で生成された尤度情報を用いて受信信号を復号し、該復号信号と該復号信号の尤度情報を出力する軟判定復号処理を行う。次に、連接置込み符号化部にて復号信号に対して連接置込み符号器と同一の置込み符号化処理を行い、送信された符号信号の複製を生成する。更に、送信信号複製部にて連接置込み符号化部にて生成された符号信号の複製から送信信号の複製を各送信局から送信信号毎に生成する。そして、干渉除去部にて、受信を希望しない送信局からの送信信号の複製に基づく干渉信号を受信信号から除去し、その干渉信号を除去した受信信号を軟判定復号部にて軟判定復号処理することで情報信号を抽出することができる。

【0036】本発明の第2の要旨によれば、第1の要旨に加えて軟判定復号部にて更にパリティ信号の尤度情報を出力し、重み付け部を設けてパリティ信号の尤度情報を用いて、符号信号の複製、又は送信信号の複製に対して重み付けを行なうことで、高精度の復号結果を得ることができる。

【0037】本発明の第3の要旨によれば、干渉除去部から復号符号部の処理を所定回数、繰り返し可能とすることで、繰り返し回数を増やして高精度の復号結果を得ることができる。

【0038】本発明の第4の要旨によれば、干渉除去部から復号符号部の処理を所定回数、繰り返し可能とする

11

ことで、送信信号の複製の精度があがり、干渉除去部での干渉除去が効率よくなり、高精度の復号結果を得ることができる。

【0039】本発明の第5の要旨によれば、受信信号は複数の送信局の送信信号を含む拡散された信号で、受信信号に対して各送信局の拡散符号を用いて逆拡散する逆拡散部を設け、軟判定復号部が逆拡散部により逆拡散した後の信号を入力信号とし、送信信号複製部が送信信号の複製を拡散する拡散部を有することで、耐干渉性、耐マルチパス特性等が向上する。

【0040】本発明の第6の要旨によれば、受信信号が拡散符号で逆拡散された信号で、干渉除去部が送信信号複製部にて作成された送信信号の複製のうち、受信を希望しない送信信号の複製に基づく干渉信号に拡散符号間の相互相関に応じた重み付けをし、逆拡散後の符号単位で干渉除去処理することで、干渉除去部での干渉除去が効率よくなり、高精度の復号結果を得ることができる。

【0041】本発明の第7、8の要旨によれば、復号した情報信号、尤度情報、パリティ信号の尤度情報を出力することができる。

【0042】本発明によれば、ターボ符号の復号過程に干渉成分を除去する演算を加えることにより、処理量の増加を抑え、誤り訂正符号の復号処理と干渉除去の処理とを同時にを行うことができるという特性の大幅な改善を得ることが可能になる。

【0043】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態は、ターボ符号やSCCC等の並列又は直列接続置込み符号の繰返し復号は復号処理の途中に暫定的な復号結果と尤度情報を出力するため、これを有効に利用すれば復号の演算量をあまり増やすことなしに、干渉の除去処理を行なうことが可能になる。そこで、互いに干渉を与える複数のターボ符号やSCCC等のブロックの復号処理を並列に行ない、ターボ符号やSCCC等の復号の中間結果として得られる復号データと尤度情報を、他のブロックの復号処理に反映させて繰返し復号を行なうことにより、干渉除去とターボ符号やSCCC等の繰返し復号を同時に可能とするものである。

【0044】以下、図面1から3を参照して本発明の第1の実施形態を詳細に説明する。図1は、組織(再帰的)置込み(RSC)符号器10、11がインターリーバ12を介して並列に設けられた並列接続置込み符号器(Parallel Concatenated Convolutional Codes; ターボ符号器)のブロック図を示している。インターリーバ12は、入力データ列Xを並べ替え、入力データ列Xと同じ要素で順番の異なるデータ列X'を作成する。

【0045】入力データ列Xに対してRSC符号器10により再帰的置込みを実施した後のデータ列(パリティデータ)をY1とし、インターリーバ12により並べ替えられたデータ列X'の符号器11による再帰的置込み

12

を実施した後のデータ列(パリティデータ)をY2とする。すなわち、入力データ系列Xにより、第1のパリティ符号系列Y1と第2のパリティ符号系列Y2が生成され、符号器の出力は(X, Y1, Y2)を並列出力する。そして、送信にあたり入力データ列X、第1の符号系列Y1、及び第2の符号系列Y2を、並列/直列変換器P/Sを介し、更に拡散器13によりスペクトラム拡散して拡散符号系列(X', Y1', Y2')として送信される。

10 【0046】図2は、複数の送信局からの送信信号である受信信号r(t)のターボ復号器の基本的構成を示しており、説明の便宜上3人のユーザーが同一周波数で符号分割多重接続している場合について示している。図2では、復号処理の1単位を1ステージとして繰り返し処理するうちの第1ステージST1、第2ステージST2による繰り返し復号処理を示している。尚、各ユーザー毎に同一構成の復号処理を並列に処理する構成であるので1のユーザーに対するターボ符号復号器について説明する。

20 【0047】図2に示すように初段のターボ復号処理を行う第1のステージST1は、逆拡散部15、ターボ符号の復号器16、ターボ符号の再符号部17、及び再拡散部18を直列関係に設けている。

【0048】逆拡散部15は、入力された受信信号系列(X', Y1', Y2')をそれぞれの拡散符号を用いて逆拡散する。この時、それぞれの信号には相互相関の大きさによって、干渉成分が残る。逆拡散された受信信号系列(X, Y1, Y2)は、直列/並列変換器P/S(図3参照)を介してそれぞれ別々にターボ符号の復号器16に送られる。

30 【0049】ターボ符号の復号器16では、まず、一回の復号処理を行なう。この復号処理は、従来のターボ符号の復号処理と同じであり図3に示したブロック図を参照して説明する。ターボ符号の復号器16は、軟判定デコーダ20、23、インターリーバ21、22、復元用インターリーバ24、及び復号判定部25より概略構成されている。

40 【0050】軟判定デコーダ20、23は、軟判定入力を基に軟判定出力を行う軟判定復号部であり、例えばMAP復号、SOVA(Soft output Viterbi Algorithm)復号等を行う復号器であり、前ステージでの尤度情報を用いて復号処理し、尤度情報付き復号結果とその復号結果の尤度情報を出力する。

【0051】インターリーバ21、22は、符号器側で使用するインターリーバ12と同一の動作を行うものであり、1のインターリーバ部として何れか一方のインターリーバを共用してもよい。

【0052】復元用インターリーバ24は、インターリーバにより並び替えられたデータ列を基のデータ列に復元するための復元用並べ替え手段であり、上記インター

50 元するための復元用並べ替え手段であり、上記インター

リーバ21、22等と共にてもよい。ただし、前記インターリーバ21、22等を共用して用いる場合には、入力データの切り換えを行うに切り換え手段としての図示しない切り換えスイッチ等が必要となる。

【0053】復号判定部25は、エラー訂正後のデータを作成するための手段であり、尤度つき付き復号シンボルから尤度を取り除き、情報0、1の何れかを判定を行う。

【0054】上記構成による並列接続置込み符号(ターボ符号)の復号器16は、受信信号系列(X、Y1、Y2)と信号の前回の復号処理により求められた尤度情報Eが入力される。この内、受信信号系列(X、Y1)と尤度情報Eが一組となって軟判定デコーダ20に入力され、最初の軟判定軟出力のエラー訂正処理を行う。これにより、組織置込み符号器10における組織置込み符号化に対応したエラー訂正処理を行い、その結果として各信号の新たな尤度情報E1を作成する。

【0055】図1に示すように組織置込み符号器11による組織置込み前にインターリーバ12によりデータの並べ替えを実施しているので、入力データXと尤度情報E1を各インターリーバ21、22によりデータの並べ替えを行って新たなデータ列X1、E1'を作成する。そして、この尤度情報を用いて、再度、受信系列(X1、Y2)と尤度情報E1'の組み合わせで軟判定デコーダ23にて軟判定軟出力エラー訂正処理を行う。これにより、組織置込み符号器11における符号化に対応したエラー訂正処理を行い、その結果として尤度情報付きの復号結果LXとその尤度情報E2を作成する。

【0056】軟判定デコーダ23に入力されるデータ列X1、E1'はインターリーバ21、22によって並べ変わっているので、尤度情報E2は復元用インターリーバ24aによりデータの並べ替えを行い尤度情報E2'となる。この尤度情報E2'は、再度、次ステージの軟判定デコーダ20で行う軟判定軟出力エラー訂正処理の尤度情報E(E2')として利用される。

【0057】また、復元用インターリーバ24aより出力された並べ替え後の尤度付き復号結果XL'は、復号判定部25にて尤度情報が取り除かれてエラー訂正後のデータX2とされる。

【0058】尚、図2に示すように第1ステージで抽出され、第2ステージの復号器16に入力される第2、第3ユーザー対応の尤度情報をE2'b、E2'cと示している。また、第2ステージの各復号器16から抽出し、図示しない第3ステージの各復号器16に入力される尤度情報をそれぞれE、E'b、E'cと示している。上記1回の復号結果として得られたデータ列X2は、送信信号のレプリカ信号を作成するためにエンコーダ(ターボ符号器)17に入力されて再度ターボ符号化され、更に再拡散部18にて再度、拡散符号で拡散されて、送信信号のレプリカ信号RXが生成される。

【0059】他の基地局から送信される他のユーザからのレプリカ信号を作成するために、上記逆拡散部15から再拡散部18までを各ユーザ毎に3列並列に設けて第1のステージST1を構成している。

【0060】第2ステージST2は、第1のステージST1の繰り返し処理となり、受信信号r(t)を遅延回路14を通して第1ステージに対して所定時間のズレをもって処理が行われる。第2のステージST2は、第1のステージST1の構成に加えて逆拡散部15の前に入力データ列X'から他人(第2、3のユーザ)のレプリカ信号RXを減算する減算部26が設けられている。尚、第1ステージST1では減算する他人のレプリカ信号RXはゼロであるので記載を省略している。

【0061】第2ステージST2では、まず減算部26にて受信信号r(t)から前ステージST1からの他(第2、3のユーザ)のレプリカ信号(RX2+RX3)を減算(干渉成分の除去)し、新たな受信系列(入力データ列X2'、第1の符号列Y1'、第2の符号列Y2')を作成する。尚、前記干渉成分の除去は、レプリカ信号に対して通信路のゲインおよび位相回転などの影響を加えて生成された干渉成分の複製(RX2+RX3)を、受信信号から拡散された信号の帯域幅の信号として減算処理することで、干渉成分の除去を正確に行うことができる。

【0062】そして、上記受信系列(X2'、Y1'、Y2')が逆拡散部15にて逆拡散されてターボ復号器16に入力される。このとき、第1ステージST1で生成された第1のユーザーの尤度情報E2'を外部情報として利用する。ターボ復号器16以降の処理は、前記第1ステージST1と同一のレプリカ信号を作成するための処理17、18を行う。

【0063】上記第2ステージST2と同様の復号データ及びレプリカ信号作成の処理を通常のターボ符号の繰り返し復号の要領で複数ステージにて繰り返し行なうことでの干渉成分の除去と誤り訂正符号としてのターボ符号の復号を簡単な構成にて同時に行なうことが可能となつた。すなわち、本実施形態のターボ符号復号器によれば、干渉局のレプリカRXを生成し受信信号から削除する機能を設けたことを特徴とし、従来のターボ復号器に較べて復号自体の複雑度は増加せず(ただし、良好な特性を得るために繰り返し回数を増やせば効果が上がる)、また、ターボ復号の部分を単純な硬判定で置き換れば、従来のサブトラクト型のマルチステージ干渉キャンセラーと同様であり、簡単な構成にて干渉成分の除去と誤り訂正符号としてのターボ符号の復号を同時に可能としたものである。

【0064】(第2の実施形態)次に、図4を参照して本発明の第2の実施形態を詳細に説明する。尚、前記実施形態と同一構成には同一符号を付して説明を省略する。前記第1の実施形態では、各ステージSTの復号器

15

16でのターボ復号処理は各ステージ毎に1回行われて後段のステージSTに処理が移るものであったが、レプリカ信号RXを生成する際に、復号データの誤りが多いとレプリカ信号作成の精度が低くなり、かえって誤りを増加させる可能性がある。そこで、本実施形態では各ステージでのターボ復号処理をそれぞれ所定回数フィードバック処理可能として、復号データの誤りを少なくしてレプリカ信号作成の精度を高めるものである。

【0065】図4は、本実施形態での処理構成を示すブロック図である。図2に示した第1の実施形態の構成との相違は、第1ステージST1のレプリカ信号RXを生成する前に、復号器16にてターボ符号の復号を複数ループを行なう部分である。具体的には、復元用インターリーバ24の尤度情報E'2を第1ステージST1の入力尤度情報Eとして繰り返しターボ復号処理を行い、復号データの誤りを少なくした後にレプリカ信号RXの作成、続いて第2ステージST2での干渉除去処理を開始する。勿論、各ステージSTでのターボ符号の復号処理の繰返し回数は任意に設定するものであり、例えば第1ステージST1では6ループ、第2のステージST2以降は1ループといった具合に変化させることを可能とする。以上の処理によりレプリカ信号RXを生成する際に、復号データX2の誤りが少なくなり、レプリカ信号RXの作成の精度が良くなり、干渉除去を効果的に行なうことができる。

【0066】(第3の実施形態) 次に、図5、6を参照して本発明の第3の実施形態を詳細に説明する。尚、前記実施形態と同一構成には同一符号を付して説明を省略する。図5は、本実施形態の装置構成を示すブロック図であり、前記第1の実施形態の構成との相違部分は、復号器16bがパリティデータY1、Y2部分の尤度も出力可能とすることと、ターボ符号器(Encoder)17の後に重み付け部27を設けた点にある。

【0067】重み付け部27は、ターボ符号器17の後に復号器16bでのターボ符号の復号過程で得られる尤度情報LLRを利用してレプリカ信号の精度を推定し、レプリカ信号に重み付け処理を行う手段であり、その重み付け部27により重み付けされたエラー訂正後のデータX2を再拡散部18により拡散して重み付きレプリカ信号URXを生成する。そして、前記実施形態と同様に第1ステージST1にて作成された各ユーザー毎の重み付きレプリカ信号URX1～URX3に対して、次ステージにあたる第2ステージST2の各ユーザー毎の減算部26にて、他のユーザーの重み付けレプリカ信号URXの和を削除する構成としている。

【0068】前記復号器16bの構成は、パリティデータY1、Y2部分の尤度も出力可能とするために、前記復号器16の構成に加えて尤度情報合成分部28を設けている。尤度情報合成分部28には、軟判定デコーダ20に求められる尤度情報付きパリティシンボルLY1、軟判

16

定デコーダ23にて求められる尤度情報付きパリティシンボルLY2、及び復元用インターリーバ24bから出力された尤度情報付き復号シンボルLX'が入力され、該復号シンボルとパリティシンボルの尤度情報をまとめて符号系列の尤度情報をとして重み付け部27に出力する。パリティシンボルY1、Y2の尤度は、上記情報シンボルの尤度と同様に上記式(6) (情報シンボルukをパリティシンボルとする)で求められる。

【0069】重み付きのレプリカ信号は、

10 【数8】

$$I_k = \tanh(L(x)) \cdot \delta(\text{sign}(x), x')$$

【0070】で得られる。ここに、xはukで置き換えられる。また、 $\delta(a, b)$ は $a = b$ のときだけ1になり、それ以外は0となる関数である。 $x'$ は再符号化を行なって得られたシンボルを意味する。 $\text{sign}(x)$ は $x$ が正の時1、負の時-1となる関数である。すなわち、再符号化を行なったシンボルと、LLRから求めたシンボルの符号が一致すればLLRのtanhの値を重みとし、そうでない場合は0とする。

【0071】本実施形態での誤り率特性を図7に示す。ターボ符号は、拘束長3、ブロック長1000である。繰返し復号の回数は18としている。変調方式は、情報変調、拡散変調とともにBPSK (Binary Phase Shift Keying)で、拡散率は4、拡散符号は $(2^{18}-1)$ の周期のM系列をフレーム長でトランケートしている。通信路はスタティックで希望局と干渉局の受信強度は等しい。図7では、上記条件においてユーザ数が1～5の場合の特性を比較したものである。シングルユーザの場合は干渉が無い状態で、理想的な特性とする。これに対して、ユーザ数を増やすと干渉が生じるため特性の劣化が生じる。ところが、本実施形態に示したような干渉除去(1C:Interference Cancel)機能のある復号動作を行なうと大きな特性の改善がみられた。

【0072】以上説明したように、受信信号の希望成分に対する干渉の割合に応じて、上記エラー訂正した信号X2に尤度情報を用いて重みづけを行なって生成した送信信号の複製を受信信号から減算する(干渉成分を除去する)という処理をそれぞれの符号ブロックに対して、40 並列または直列に行ない、これを複数ステージに渡って繰返し処理して復号処理を完了することによって、高精度の復号結果を得ることことができた。

【0073】(第4の実施形態) 次に、図8に示す本実施形態の装置構成を示すブロック図を参照して本発明の第4の実施形態を詳細に説明する。尚、前記実施形態と同一構成には同一符号を付して説明を省略する。前記第1から第3の実施形態の各ステージにおいては、拡散された受信信号r(t)を受信されるとともに、前段のステージで各ユーザー毎に生成された拡散したレプリカ信号RXを削除するものであった。本実施形態では、第1の

50

ステージST1にて受信信号系列r1(X'、Y1'、Y2')を逆拡散したものを第2ステージST2以降への入力信号とするものである。従って、第2ステージ以降では前記逆拡散部15を有していない。また、第2ステージST2以降の入力信号は拡散信号ではないので、各ステージにて生成される送信信号のレプリカ(複製)信号も拡散する必要がないので再拡散部18を有していない。

【0074】従って、第2ステージST2以降の減算部26では逆拡散した受信信号系列(X、Y1、Y2)から、拡散しない他人のレプリカ信号の和が減算される。この場合のレプリカ信号にはそれぞれ各拡散符号間の相互相関値( $\theta_{i,j}$ )が掛け合わされて(重み付けされて)減算する。具体的には、第1のユーザーの受信の場合は、第2のユーザーのレプリカ信号URX2に対して相互相関値( $\theta_{1,2}$ )を乗算し、第3のユーザーのレプリカ信号URX3に対して相互相関値( $\theta_{1,3}$ )を乗算して、逆拡散した受信信号系列Xから減算する。すなわち、減算部26での干渉除去は、通信路のゲインや位相回転などの影響、及び拡散符号間の相互相関に応じた重みづけを行ない、さらにで得られた尤度情報に基づいて重みづけを施し、逆拡散後のシンボル単位で減算処理する。かかる場合にも、上記と同様に高精度の復号結果を得ることことができた。

【0075】(第5の実施形態)次に、図9を参照して本発明の第5の実施形態を詳細に説明する。図9は、本実施形態の装置構成を示すブロック図であり、送信局が情報系列を複数の直交する拡散符号を用いてマルチコード伝送する場合の回路構成を示している。尚、前記実施形態と同一構成には同一符号を付して説明を省略する。

【0076】前記第3の実施形態の構成との相違部分は、本実施形態では複数の直交する拡散符号を用いたマルチコード伝送に対応するために、逆拡散部15を並列に設けるとともに一方の逆拡散部15の前に遅延回路29を設け、両逆拡散部15の下流側にRake合成を行うMRC回路30を設けている。また、同一ステージにおける各レプリカ信号(復元シンボル)を合成する加算部31を設け、第2ステージ以下の各逆拡散部15に前に加算部31にて加算されたレプリカ信号RXを減算する減算部26をそれぞれ設けている。

【0077】送信された信号は、通信路で異なる遅延を受け、複数の電波が合成されて受信機にて受信される。直交する拡散符号を用いるマルチコード伝送では、遅延差の無い信号間では干渉を与えないが、遅延差の有る信号間では干渉になる。

【0078】第1ステージST1では、符号分割多元接続(CDMA)システムで生じる他局間干渉を受けた受信信号をそれぞれの拡散符号で逆拡散してRake合成を行ない、ターボ符号の復号処理(一回)を行なう。復号された情報系列を再度ターボ符号化し、前記第3の実

施形態の場合と同様に尤度情報を用いて重みづけを行なう。これを再度拡散して合成し、送信信号のレプリカRXを生成する。

【0079】第2ステージST2では、受信信号に対して送信信号のレプリカRXを遅延波のタイミングで減算部26にて差し引くことにより、先行波成分を抽出し、逆拡散部15にて逆拡散を行なう。また同様に、先行波を除去することによって遅延波を抽出し、逆拡散を行なう。そして、これら逆拡散した受信信号をMRC回路30にて最大比合成してそれぞれの拡散符号に対応する信号成分の抽出ができる。以下、前記第3の実施形態の場合と同様に先のステージの尤度情報Eを用いて復号処理を繰り返し行なう。以上の構成により、上記と同様に高精度の復号結果を得ることことができた。

【0080】尚、上記実施の形態では、ターボ符号を用いた場合の干渉成分の除去と誤り訂正符号の復号を説明したが、縦列連接置込み符号(SCCC)を用いた場合であっても同様の効果を得ることができる。SCCCの符号では、外符号符号器となる組織置込み符号器10と内符号符号器となる組織置込み符号器11をインターリーバ12を介して直列的に用いることとなり、またその復号過程ではターボ復号部)にてターボ符号の復号と同様に誤り訂正符号としてのSCCC復号を簡単な構成にて同時に行なうことが可能となる。

【0081】  
【発明の効果】以上説明した通り、本発明によれば、ターボ符号の復号過程に干渉成分を除去する演算を加えることにより、処理量の増加を抑え、誤り訂正符号の復号処理と干渉除去の処理とを同時に行なうことができるという特性の大幅な改善を得ることが可能になる。

【図面の簡単な説明】  
【図1】本発明の第1の実施形態に係るターボ符号器のブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る第1、第2ステージのターボ復号処理のブロック図である。  
【図3】本発明の第1の実施形態に係るターボ復号器のブロック図である。

【図4】本発明の第2の実施形態に係る第1、第2ステージのターボ復号処理のブロック図である。

【図5】本発明の第3の実施形態に係る第1、第2ステージのターボ復号処理のブロック図である。

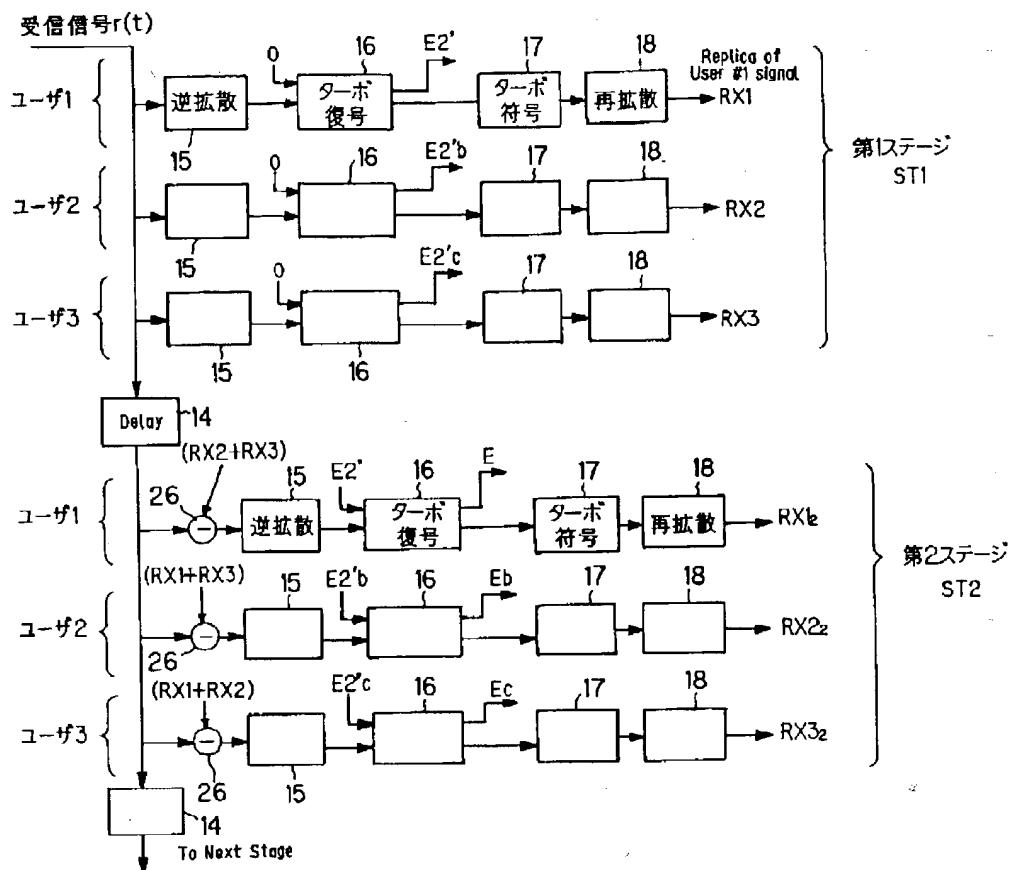
【図6】本発明の第3の実施形態に係るターボ復号器のブロック図である。

【図7】本発明の第3の実施形態による誤り率特性グラフである。

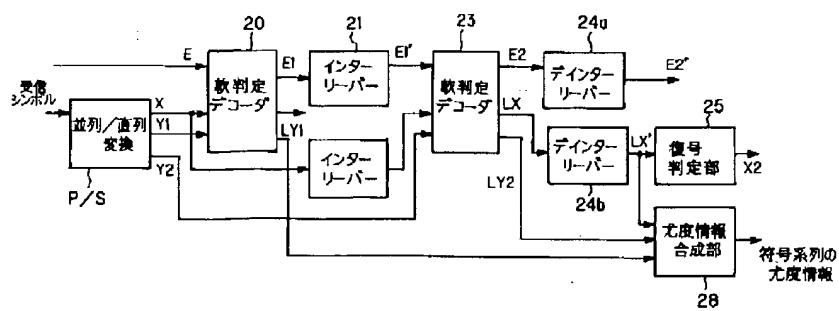
【図8】本発明の第4の実施形態に係る第1、第2ステージのターボ復号処理のブロック図である。



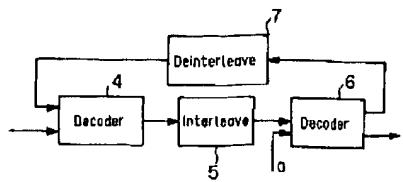
【図2】



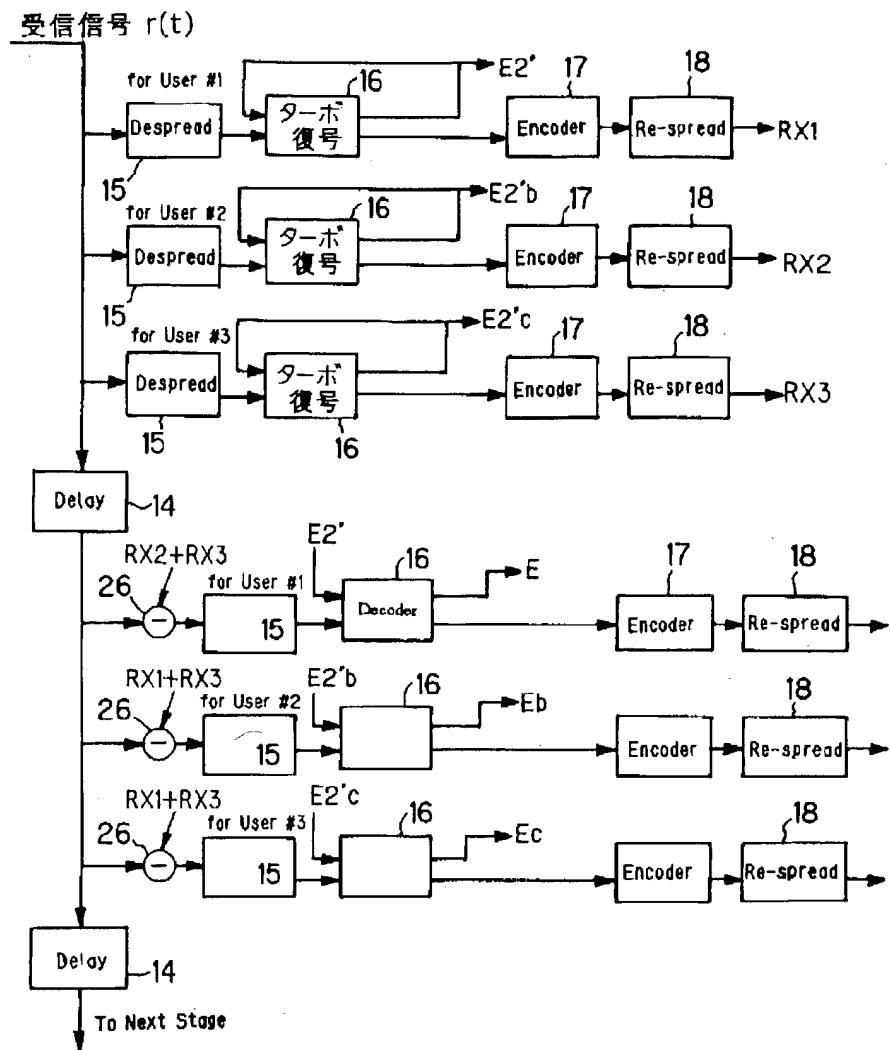
【図6】



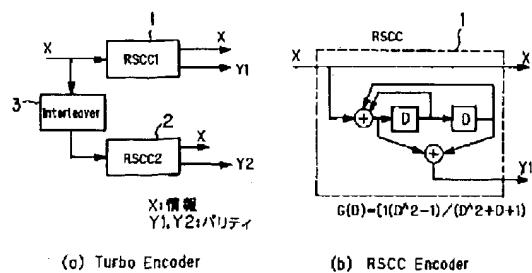
【図13】



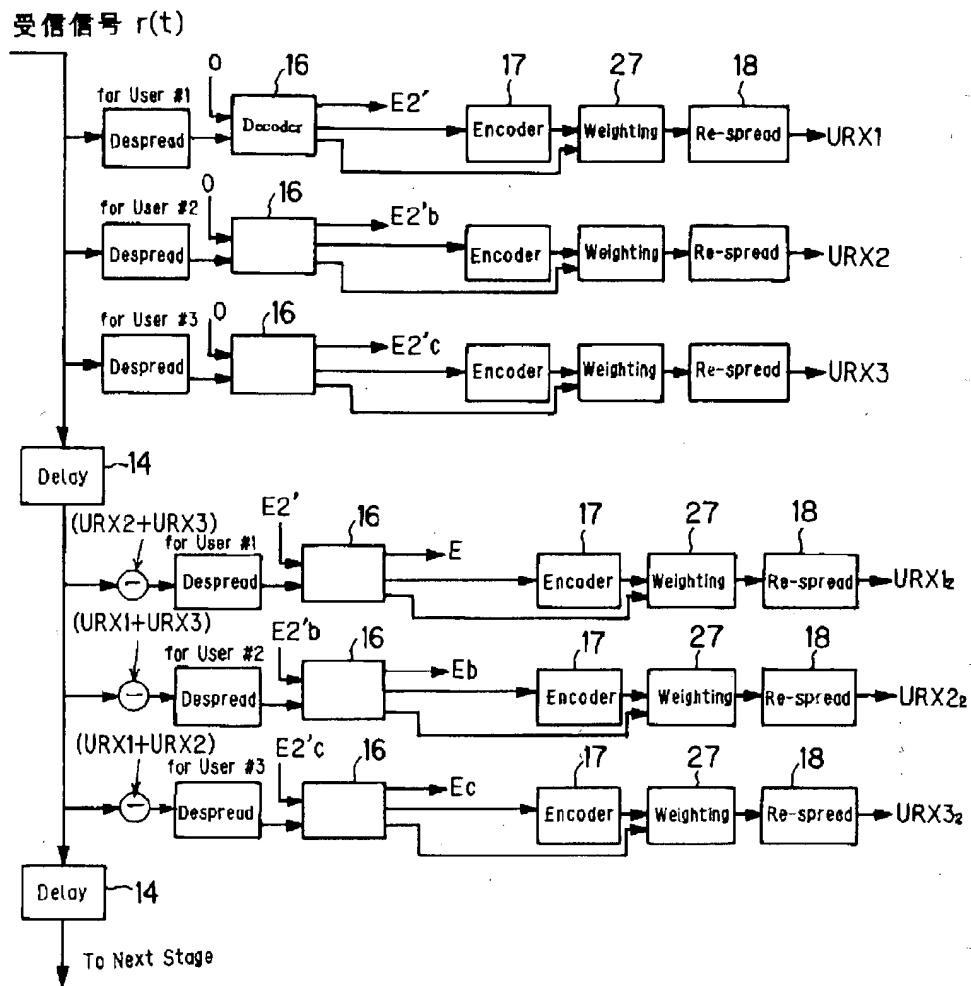
【図4】



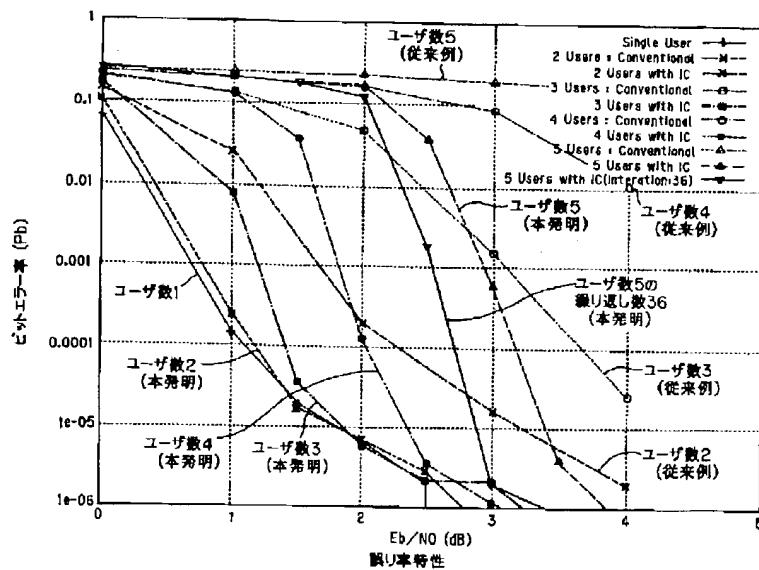
【図10】



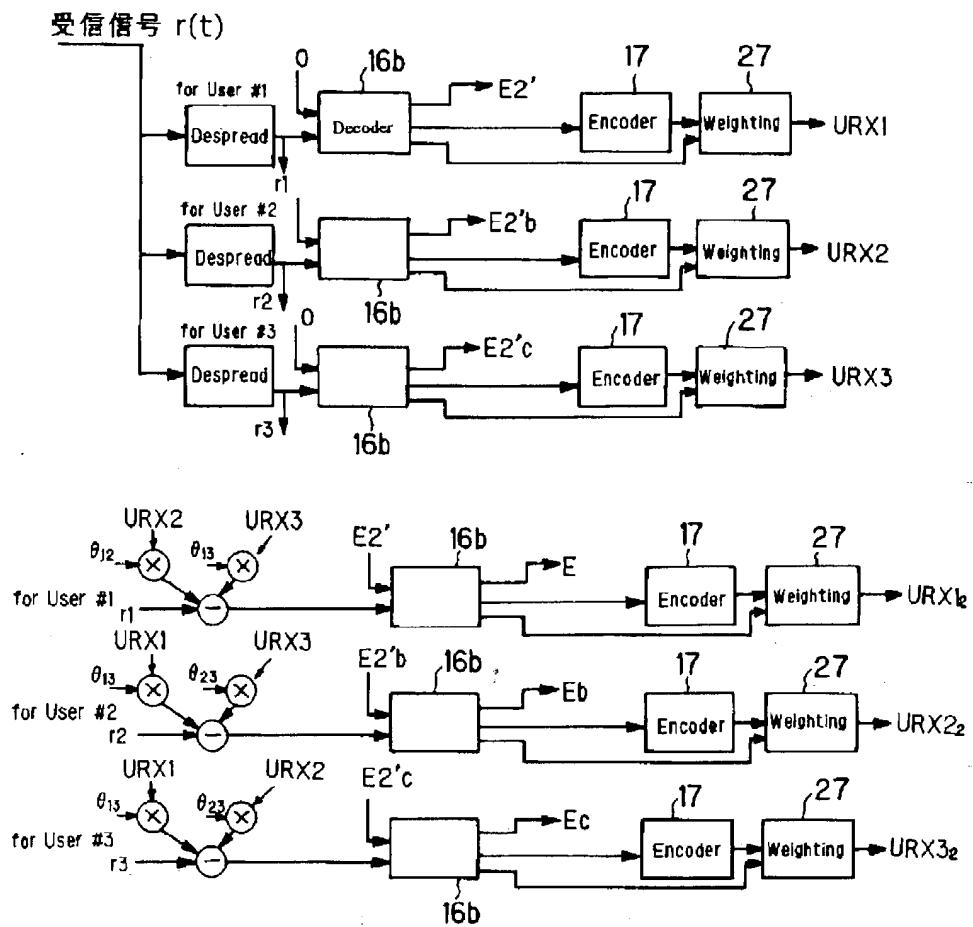
【図5】



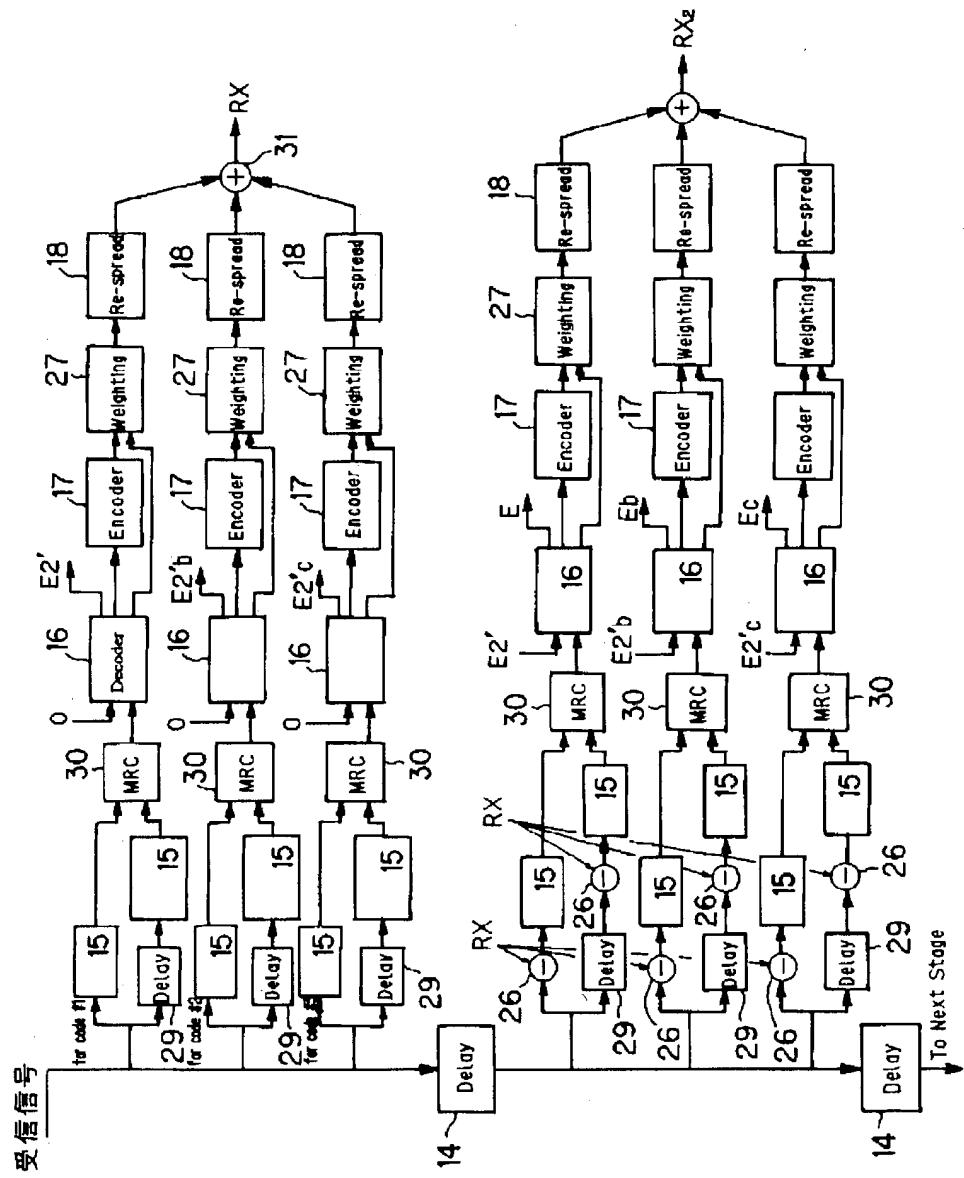
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H 04 Q 7/38

H 04 J 13/00

H 04 L 1/00

識別記号

F I

H 04 L 1/00

H 04 B 7/26

H 04 J 13/00

テマコト (参考)

B

109N

A